

УДК: 66.097.3

UDC: 66.097.3

**СХЕМНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ЭНЕРГИИ ПРИ АНАЭРОБНОЙ
ПЕРЕРАБОТКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

**SCHEMATIC AND DESIGN SOLUTIONS OF
CATALYTIC SYSTEMS FOR ENERGY
PRODUCTION AND CONVERSION FOR THE
ANAEROBIC RECYCLING OF ORGANIC
WASTE**

Медяков Андрей Андреевич
к.т.н.

Medyakov Andrey Andreevich
Cand.Tech.Sci.

Онучин Евгений Михайлович
к.т.н., доцент

Onuchin Evgeny Mihailovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Каменских Александр Дмитриевич
инженер
*Поволжский государственный технологический
университет, Йошкар-Ола, Россия*

Kamenskih Aleksandr Dmitrievich
engineer
*Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola,
Russia*

Приводятся описание общих принципов функционирования каталитических систем в рамках животноводческого комплекса, обоснование необходимости совершенствования схемно-конструктивных решений и описание разработанных авторами каталитических систем для производства и преобразования энергии при анаэробной переработке органических отходов

The article describes the common operation principles of catalytic systems within animal production unit, for improving the design solutions and the description of catalytic systems developed by the authors for production and conversion of energy for the anaerobic recycling of organic waste

Ключевые слова: КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГОРЕНИЕ, ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ, ДЫМОВЫЕ ГАЗЫ, ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Keywords: CATALYTIC COMBUSTION, AIR HEATING, FLUE GASES, ANIMAL PRODUCTION UNIT

Введение

В рамках животноводческого комплекса реализуется совокупность технологических процессов, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности скота или других животных. К основным условиям, которые необходимо обеспечивать в животноводческом комплексе, относятся:

- 1) обеспечение питьевой водой;
- 2) обеспечение питания;
- 3) поддержание микроклимата в помещении;
- 4) удаление продуктов жизнедеятельности.

При этом при оптимизации технологических процессов в животноводческом комплексе энергетические затраты на выполнение указанных условий возможно покрыть за счет собственных ресурсов комплекса.

Для утилизации органических отходов в странах Европы в настоящее время широко применяются установки анаэробной переработки, что позволяет полностью переработать органические отходы с получением высококачественных удобрений и биогаза. Однако в настоящее время установки для анаэробной переработки органических отходов обладают низкой энергетической эффективностью, по оценкам российской компании Aenergy, установки производительностью менее 40 тонн отходов в сутки не эффективны. Только увеличение производительности и связанное с этим снижение доли энергетических издержек позволяют повысить удельную энергетическую эффективность установок.

Однако использование каталитических систем для производства и преобразования энергии при анаэробной переработке органических отходов позволяет существенно сократить затраты, связанные с эксплуатацией биогазовых установок, и использовать высвобождаемые энергетические ресурсы для обеспечения потребностей животноводческого комплекса.

Каталитические системы для производства и преобразования энергии при анаэробной переработке органических отходов могут быть использованы для поддержания микроклимата в помещениях путем непосредственного обогрева воздуха помещений или промежуточного теплоносителя, для приготовления и размягчения кормов путем введения дымовых газов или приготовленного пара в кормоприготовителях, для подогрева питьевой воды.

Таким образом, за счет использования для производства и преобразования энергии при анаэробной переработке органических отходов каталитических устройств сжигания возможно снизить энергоемкость процессов и высвободить энергетические ресурсы для обеспечения потребностей животноводческого комплекса.

Схемно-конструктивные решения каталитических систем для биогазовой установки

Конструктивные особенности каталитических систем [1-5] позволяют создавать новые схемно-конструктивные решения устройств производства и преобразования энергии для процессов анаэробной переработки. Полное сгорание топлива в каталитических системах позволяет без избытка окислителя получать дымовые газы, не содержащие продуктов неполного сгорания. Подобные дымовые газы являются нейтральными для анаэробных бактерий, участвующих в процессе переработки. При этом в работе [6] описывается положительный эффект, получаемый от введения топочных газов, связанный с возможностью увеличения нагрузки на установку. При этом так же сниженная температура процесса горения позволяет сократить тепловые потери от нагретых поверхностей каталитических систем.

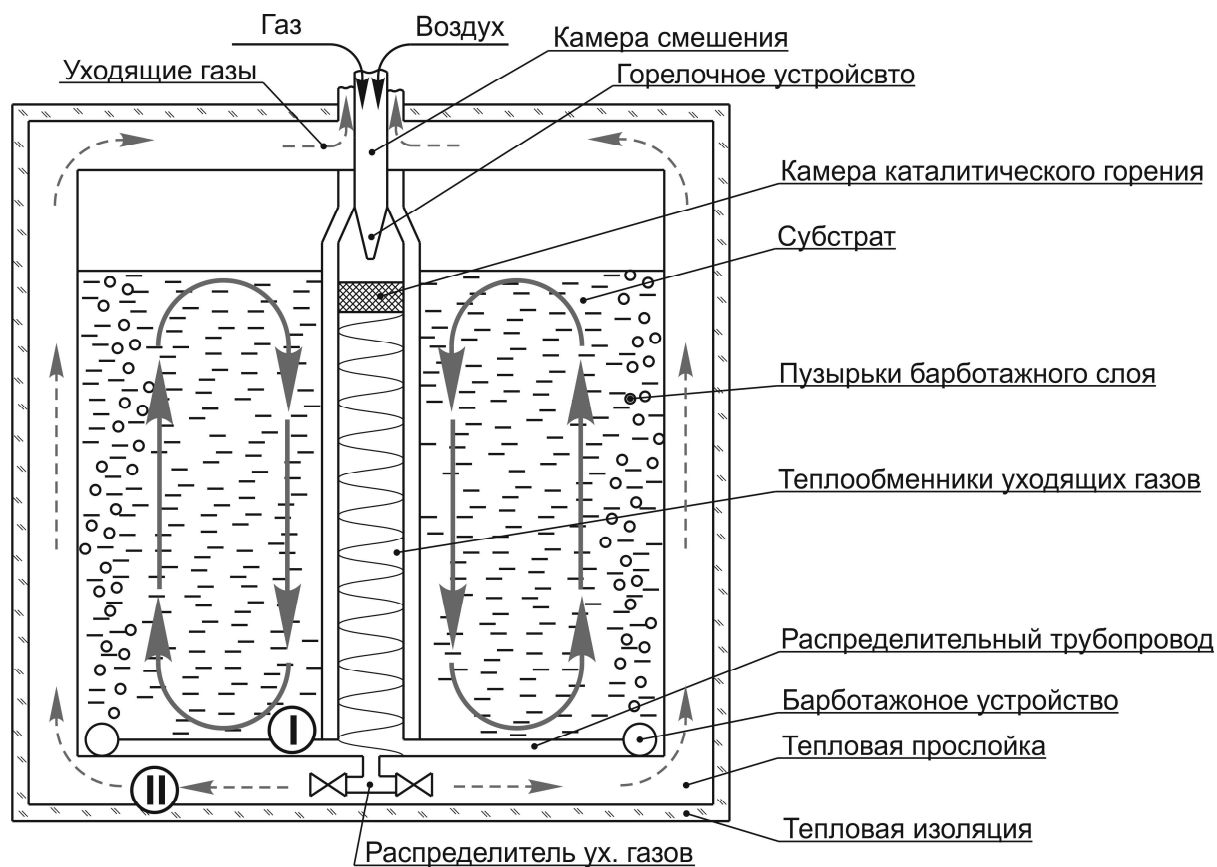


Рисунок 1 – Схемно-конструктивное решение каталитических систем для биогазовой установки.

Таким образом, ввиду конструктивных особенностей каталитических систем возможно использование дымовых газов в качестве теплоносителя для обогрева биореактора (Рисунок 1).

Принцип функционирования установки следующий. Сжигаемая смесь (биогаз и окислитель) подаются в камеру сгорания, где в результате полного окисления с выделением теплоты образуются углекислый газ и пары воды. Затем при прохождении через теплообменник дымовые газы отдают часть теплоты в процессе теплопередачи субстрату. В рамках процесса *I* остывшие дымовые газы подаются через барботажные устройства в биореактор, где полностью передают заключенную в них теплоту субстрату (в том числе скрытую теплоту парообразования) и организуют перемешивание сбразживаемой массы. В рамках процесса *II* дымовые газы (с температурой выше температуры субстрата) проходят через специальную тепловую прослойку, окружающую биореактор, тем самым, исключая тепловые потери субстрата через ограждающие конструкции. Ввиду необходимости чередования режима перемешивания и режима простоя при эксплуатации биогазовой установки, для режима перемешивания, в рамках которого происходит прогрев субстрата, применяется процесс *I*, для режима простоя, в рамках которого исключаются тепловые потери от субстрата, применяется процесс *II*.

Таким образом, использование каталитических систем для производства и преобразования энергии в биогазовых установках позволяет повысить энергетическую эффективность за счет использования скрытой теплоты парообразования и исключения потерь с уходящими газами, а также создать универсальные схемно-конструктивные решения для процессов анаэробной переработки.

Схемно-конструктивные решения каталитических систем для теплоснабжения помещений животноводческого комплекса

Конструктивные особенности каталитических систем, заключающиеся в возможности получать дымовые газы, не содержащие продуктов неполного сгорания, позволяют использовать системы для обогрева помещений животноводческого комплекса в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2.

В каталитическую систему подается топливо и воздух из помещения. В результате реакции каталитического окисления топливо полностью сгорает до паров воды и углекислого газа, которые вместе с нагретым воздухом из помещения направляются с помощью распределителя в отсек теплового аккумулятора. Тепловой аккумулятор может быть выполнен в виде галечной засыпки, расположен под полом помещения. После прохождения теплового аккумулятора воздух возвращается в помещение, где смешивается с приточным и распределяется по помещению. Также в рамках представленной каталитической системы возможно приготовление горячей воды. Данный способ обогрева позволяет обеспечить быстрый прогрев помещения за счет возможности быстро нагреть весь воздух помещения и позволяет поддерживать стабильные температурные условия за счет теплового аккумулирования энергии. При размещении узлов, систем газопроводов и газораспределительных систем в помещениях возможны ситуации накопления биогаза в помещениях. Использование предложенных схемно-конструктивных решений позволяет утилизировать биогаз, содержащийся в воздухе помещений, при пропуске воздуха через каталитическую систему. При этом энергия, выделяющаяся при сжигании утечек биогаза, будет также возвращаться в помещение в виде теплоты циркулирующего воздуха.

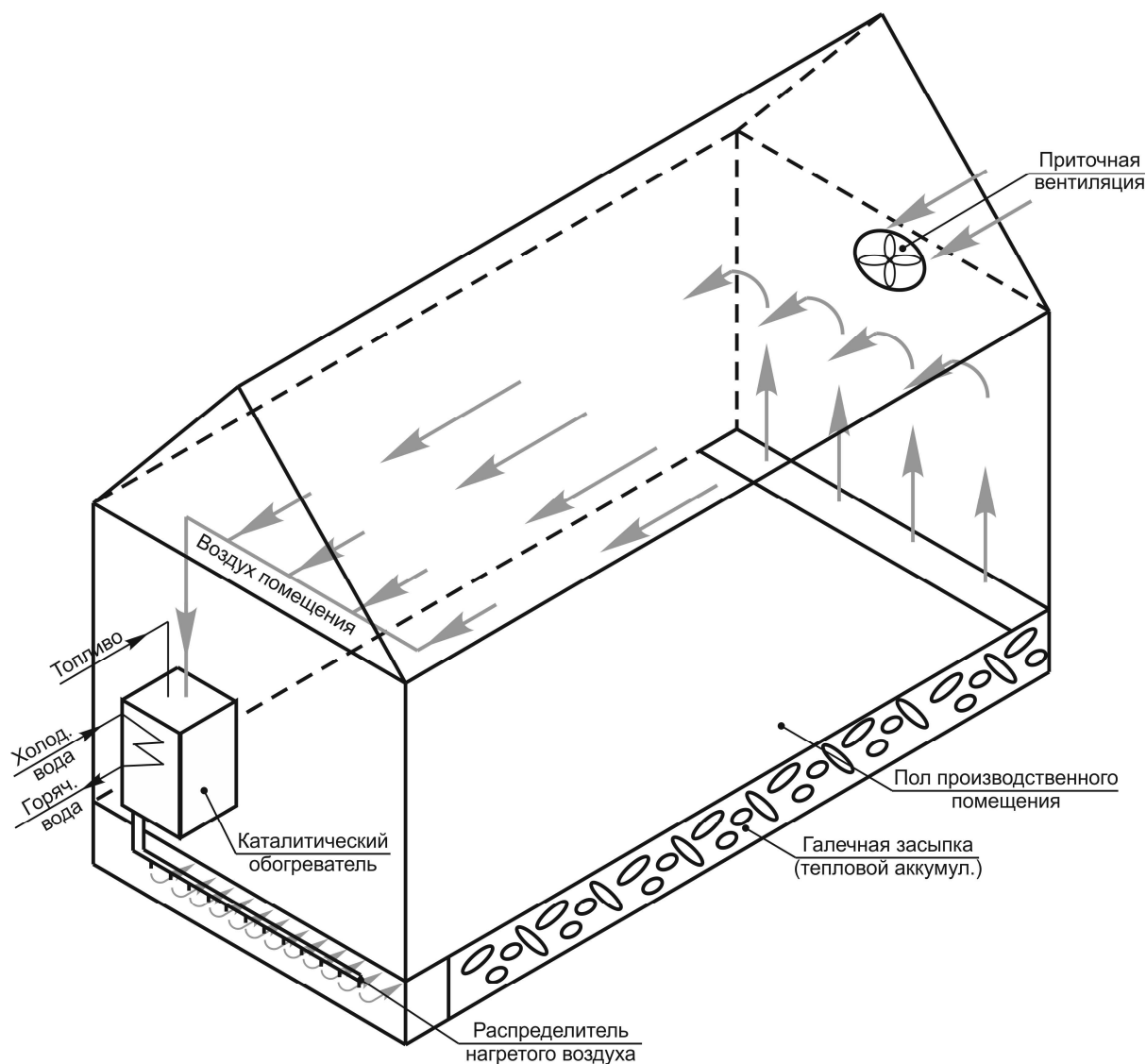


Рисунок 2– Схемно-конструктивное решение каталитических систем для воздушного теплоснабжения помещений животноводческого комплекса

Каталитические устройства сжигания могут быть использованы в системах теплоснабжения помещений с промежуточным теплоносителем. На рисунках 3 и 4 представлены каталитические системы для производства и преобразования энергии, предназначенные для систем с промежуточным теплоносителем, позволяющие использовать преимущества каталитических систем в случае потребностей в высокотемпературном теплоносителе.

Рассмотрим более подробно схемно-конструктивное решение каталитических систем для водяного теплоснабжения помещений с

приготовлением пара (Рисунок 3). Из объекта обогрева с помощью циркуляционного насоса в каталитическую систему подается теплоноситель. При этом часть теплоносителя направляется в теплообменник, расположенный в каталитическом устройстве сжигания, расход теплоносителя регулируется вентилем, а вторая часть теплоносителя поступает в обход. В каталитическом устройстве происходит окисление сжигаемой смеси, в результате теплота реакции окисления преобразует в пар теплоноситель в теплообменнике. Затем полученный пар и дымовые газы смешиваются и в зоне инжектирования подаются в вторую часть теплоносителя. В результате контактного теплообмена происходит конденсирование паров воды, охлаждение дымовых газов и нагрев теплоносителя, поступающего в объект обогрева. Лишние газы удаляются с помощью газоудалителя в верхней точке контура отопления, и теплоноситель вновь подается в каталитическую систему.

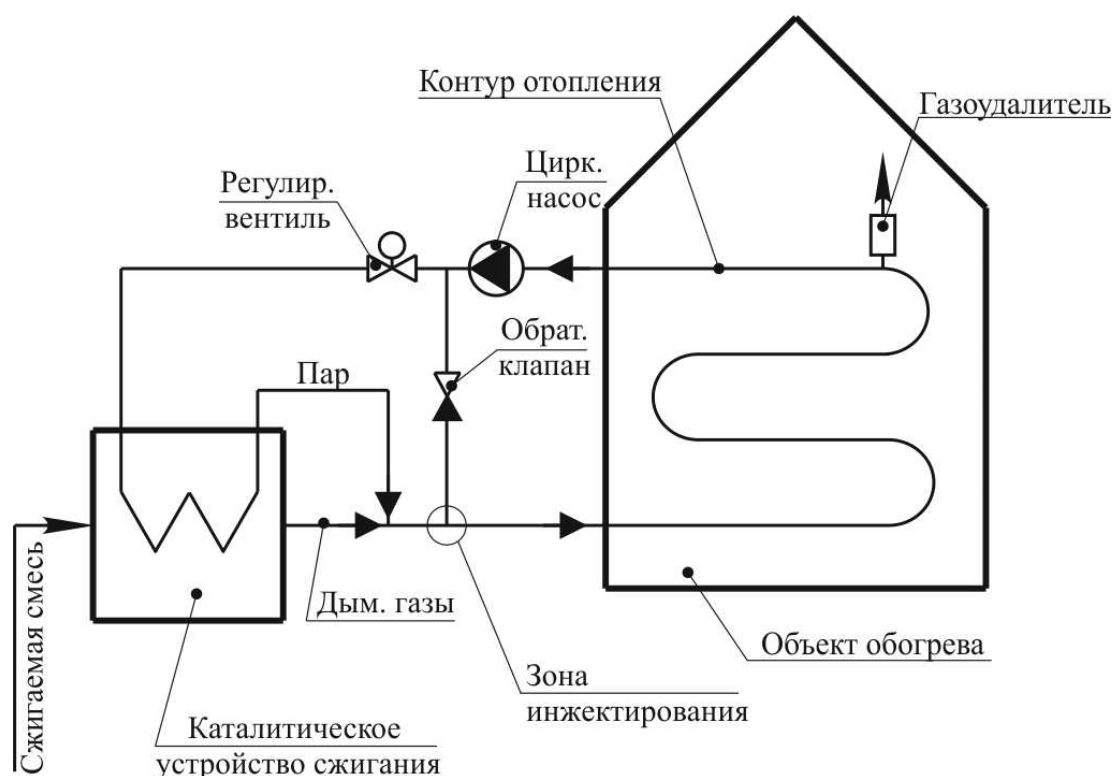


Рисунок 3 - Схемно-конструктивное решение каталитических систем для водяного теплоснабжения помещений с приготовлением пара

В данном случае производимый пар позволяет закрыть потребности комплекса в высокотемпературном теплоносителе (для кормоприготовления, дезинфекции и т.д.), повысить эффективность теплопередачи в каталитическом устройстве сжигания, что позволяет изготавливать каталитические системы более компактными, а также использовать дымовые газы непосредственно в процессе обогрева промежуточного теплоносителя.

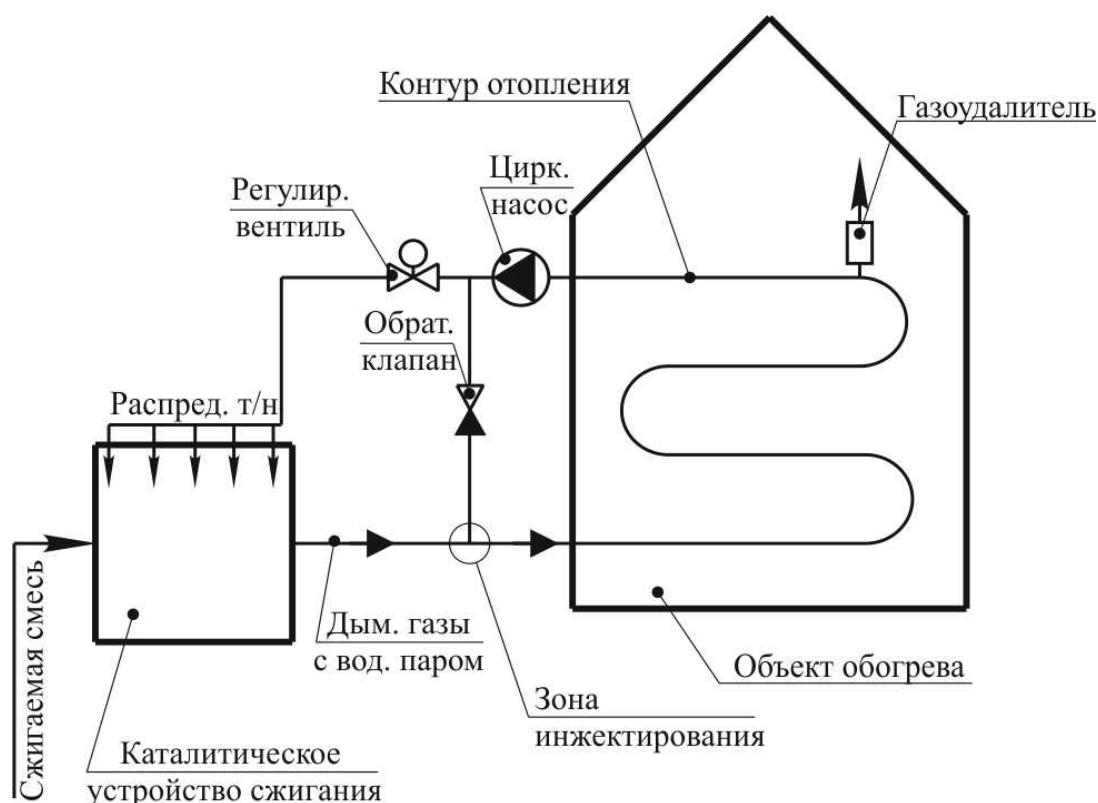


Рисунок 4 - Схемно-конструктивное решение каталитических систем для водяного теплоснабжения помещений с парообразованием теплоносителя

Рассмотрим схемно-конструктивное решение каталитических систем для водяного теплоснабжения помещений с парообразованием теплоносителя (Рисунок 4). Подача теплоносителя в каталитическую систему осуществляется аналогично предыдущему случаю. Часть теплоносителя с помощью регулирующего вентиля направляется в каталитическое устройство сжигания, а вторая часть направляется в обход. В каталитическом устройстве сжигания происходит распределение

теплоносителя по камере сгорания, в результате происходит использование энергии реакции окисления для нагрева и парообразования теплоносителя. Затем смесь паров теплоносителя и дымовые газы направляются в зону инжектирования и смешивается со второй частью теплоносителя. Далее процесс нагрева теплоносителя, обогрева объекта и газоудаления аналогичен описанному выше.

Выводы

Использование каталитических систем для производства и преобразования энергии в биогазовых установках позволяет повысить энергетическую эффективность за счет использования скрытой теплоты парообразования и исключения потерь с уходящими газами, а также создать универсальные схемно-конструктивные решения для процессов анаэробной переработки.

Конструктивные особенности каталитических устройств сжигания позволяют создать различные варианты схемно-конструктивных решений каталитических систем для производства и преобразования энергии при анаэробной переработке органических отходов, позволяющие повысить энергетическую эффективность процессов переработки и использовать высвобождаемую энергию для обеспечения потребностей животноводческого комплекса.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.В37.21.1490).

Библиографический список

1. Лукьянов, Б. Н. Экологически чистое окисление углеводородных газов в каталитических нагревательных элементах / Б. Н. Лукьянов, Н. А. Кузин, В. А. Кириллов, В. А. Куликов, В. Б. Шигаров, М. М. Данилова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – №9. – с. 667 – 677

2. Медяков А.А. Разработка новых каталитических систем для процессов получения биогаза / Медяков А.А., Каменских А.Д. // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. - 2011. - № 3. – С. 88-94.

3. Онучин Е.М. Наноструктурированные наполнители каталитических систем для установок анаэробной переработки органических отходов / Онучин Е.М., Медяков А.А. // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. - 2011. - № 3. – С. 95-100.

4. Онучин Е.М. Нестационарные каталитические системы для утилизации биогаза / Е.М. Онучин, А.А. Медяков, А.Д. Каменских, П.Н. Анисимов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(78). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/46.pdf>, 1,000 у.п.л.

5. Онучин Е.М. Повышение эффективности разрабатываемых каталитических систем для утилизации биогаза / Е.М. Онучин, А.А. Медяков, А.Д. Каменских, П.Н. Анисимов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(78). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/47.pdf>, 0,875 у.п.л.

6. Баадер, В. Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер — (Пер. с нем. и предисловие М-И .Серебряного,) — М.: Колос, 1982, - 148 с., ил..

References

1. Luk'janov, B. N. Jekologicheski chistoe okislenie uglevodorodnyh gazov v kataliticheskijh nagrevatel'nyh jelementah / B. N. Luk'janov, N. A. Kuzin, V. A. Kirillov, V. A. Kulikov, V. B. Shigarov, M. M. Danilova // Himija v interesah ustojchivogo razvitija. – 2001. – №9. – s. 667 – 677

2. Medjakov A.A. Razrabotka novyh kataliticheskijh sistem dlja processov poluchenija biogaza / Medjakov A.A., Kamenskih A.D. // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Les. Jekologija. Prirodopol'zovanie. - 2011. - № 3. – S. 88-94.

3. Onuchin E.M. Nanostrukturirovannye napolniteli kataliticheskijh sistem dlja ustanovok anajerobnoj pererabotki organičeskijh othodov / Onuchin E.M., Medjakov A.A. // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Les. Jekologija. Prirodopol'zovanie. - 2011. - № 3. – S. 95-100.

4. Onuchin E.M. Nestacionarnye kataliticheskie sistemy dlja utilizacii biogaza / E.M. Onuchin, A.A. Medjakov, A.D. Kamenskih, P.N. Anisimov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №04(78). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/46.pdf>, 1,000 u.p.l.

5. Onuchin E.M. Povyshenie jeffektivnosti razrabatyvaemyh kataliticheskijh sistem dlja utilizacii biogaza / E.M. Onuchin, A.A. Medjakov, A.D. Kamenskih, P.N. Anisimov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №04(78). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/47.pdf>, 0,875 u.p.l.

6. Baader, V. Biogaz. Teorija i praktika / V. Baader, E. Done, M. Brennderfer — (Per. s nem. i predislovie M-I .Serebrjanogo,) — М.: Kolos, 1982, - 148 с., ил..